

# EVALUACION DE DIFERENTES METODOS DE DESINFESTACION DEL SUELO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ALMACIGOS DE ESPARRAGO (*Asparagus officinalis* L.)<sup>1</sup>

Joaquín Lizano  
Marco Moreira<sup>2</sup>

## RESUMEN

Evaluación de diferentes métodos de desinfestación del suelo para el establecimiento de almacigos de espárrago (*Asparagus officinalis* L.). En Alajuela, Costa Rica, en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, desde el 10 de mayo al 15 de octubre de 1990, se evaluó el efecto de diferentes métodos de desinfestación del suelo para el establecimiento de un almacigo de espárrago. Los métodos de desinfestación utilizados tanto físicos como químicos, se aplicaron previo a la siembra del almacigo. Estos métodos fueron la solarización que consistió en cubrir el suelo con un plástico de polietileno transparente en periodos de 7, 14 y 21 días; el bromuro de metilo con una cobertura de la carpa al suelo de 24 y 48 horas; el Vapam (100ml/m<sup>2</sup>/3 l de agua); el Basamid (40 g/m<sup>2</sup>) y un método de combate integrado, que consistió en la aplicación al suelo del insecticida fonofos (Difonate 5 G) en dosis de 35 kg/ha y la aplicación de los fungicidas carboxin (Vitavax 300) y Captam (Orthocide) en solución a razón de 3 g/l de agua de cada producto sobre la semilla una vez colocada en el surco de siembra.

## ABSTRACT

Effect of soil desinfestation methods for the establishment of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) seedlings. The effect of different soil desinfestation methods was evaluated on the establishment of asparagus seedlings, from May 10th to October 15th of 1990, at the Fabio Baudrit Experiment Station in Alajuela, Costa Rica. The physical and chemical desinfestation methods were applied prior to planting. The methods were: solarization, which consisted in covering the soil with a transparent polyethylene film for 7, 14 and 21 day periods, methyl bromide with a plastic cover for 24 and 48 hours, Vapam (100 ml/m<sup>2</sup>/3 liters of water), Basamid (40 g/m<sup>2</sup>) and an integrated control method which consisted in a soil application of the insecticide fonofos (Difonate 5 G) at the rate of 35 kg/ha and the application of the fungicides carboxin (Vitavax 300) and Captam (Orthocide) in solution each, at the rate of 3g/l of water once the seed was sown. An untreated control was also used. The treatments were allocated under a Complete Randomized Block design

---

<sup>1</sup> Parte de la tesis Ing. Agr. presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Mag. Sc. Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Universidad de Costa Rica.

Además se utilizó un testigo absoluto. Los tratamientos se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones.

El tratamiento de bromuro de metilo 24 horas, generó los mejores resultados tanto para las variables de combate de malezas y de desarrollo de la planta evaluadas, como para el análisis económico realizado. Los tratamientos de solarización no mostraron diferencias significativas entre ellos, ni con los tratamientos químicos de Vapam, Basamid y combate integrado. Estos tratamientos mostraron un comportamiento intermedio entre bromuro de metilo y testigo.

with five replications.

The treatment with methyl bromide during 24 hours showed the best results, for the variables of weed control and plant growth, as for the economical analysis. The solarization treatments did not show significant differences among them, neither with the chemical treatments of Vapam, Basamid nor the integrated control. These treatments showed an intermediate performance between the methyl bromide and the control.

---

## INTRODUCCION

En los últimos años, la producción agrícola de nuestro país ha experimentado un proceso de transformación acelerado debido a que la baja rentabilidad y los problemas de mercado de los productos tradicionales, ha obligado a nuestros agricultores a la búsqueda de nuevas alternativas de producción que generen mayores ingresos y mejores condiciones de vida.

El espárrago es un cultivo que tiene una alta tasa de retorno por unidad de área, posee una ventana de exportación muy amplia y requiere un uso intensivo de mano de obra. Estas características lo califican como una importante al-

ternativa de diversificación agrícola.

La planta de espárrago presenta un crecimiento inicial muy lento y durante esta etapa es muy susceptible al ataque de hongo del suelo y a la competencia por malezas. Además no se cuenta con herbicidas preemergentes o de postemergencia temprana al cultivo que garanticen su selectividad, por lo que se recomienda bajo nuestras condiciones preparar semilleros o almácigos, para producir las plántulas o coronas jóvenes que se utilizarán para el establecimiento de la plantación definitiva (Noboa y Moreira 1990).

La desinfestación del suelo es una práctica común en la

agricultura moderna, que consiste en aplicar al suelo algún procedimiento de tipo químico, físico y/o biológico, con la finalidad de reducir la densidad de inóculo de los diferentes patógenos y la cantidad de semilla viable de malezas presentes en el suelo (Katan 1980).

En Costa Rica se utilizan principalmente los métodos químicos para la desinfestación del suelo. Existen en el mercado varios productos de acción biocida que se recomiendan para esta práctica debido a que ejercen su acción sobre hongos patógenos, insectos del suelo, semillas de malezas y nemátodos. Entre los productos más utilizados en nuestro país están el Basamid, el Vapam, el Bromuro de Metilo y la formalina. Además algunas veces se utilizan métodos integrados de control (Jiménez y Fernández 1982).

El Basamid es un producto granulado cuya composición química es 98% dazomet. Este es un compuesto que al entrar en contacto con la humedad del suelo libera gases tóxicos que se difunden entre las partículas de éste; el Vapam es un compuesto líquido a base de ditiocarbamato metilsódico (32,7%) que ejerce un buen control sobre malezas en proceso de germinación, hongos,

insectos del suelo y nemátodos y el bromuro de metilo es el producto más utilizado como fumigante del suelo debido a su efectividad y rápida acción. Es un producto gaseoso que se aplica al suelo mediante fumigación, en espacios cerrados debido a que es sumamente tóxico. Su composición es 98% bromuro de metilo y 2% cloropicrina que le da olor y posibilita la detección de fugas de gases venenosos (Hernández 1990).

El combate químico en el que se utiliza un método integrado es otra alternativa para la desinfestación del suelo. En este caso se aplica al momento de la siembra un fungicida y un insecticida o insecticida-nematicida, con el fin de proteger la semilla y la plántula que emerge.<sup>3</sup>

Entre los métodos físicos de desinfestación del suelo están la esterilización con vapor de agua, la inundación y calor solar para eliminar los patógenos o reducir la cantidad de éstos en el suelo (Katan 1981). El uso de energía solar para calentar los suelos y eliminar los patógenos presentes en él, es un nuevo y promisorio método de desinfestación que ha tomado auge en los últimos años. El método fue desarrollado por primera vez en forma científica en los

---

<sup>3</sup> VARGAS, E. 1990. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

años setenta en Israel por J. Katan; ha recibido diferentes nombres pero se conoce principalmente como solarización (Katan et al. 1976). El principio de funcionamiento de la solarización es similar al de otros métodos, como el calentamiento del suelo utilizando vapor de agua. Sin embargo, el calentamiento solar se lleva a cabo en periodos de tiempo más prolongados y a temperaturas relativamente más bajas (40-60 °C), en comparación con los métodos artificiales de calentamiento. Con la solarización se evitan algunos efectos negativos de los tratamientos con altas temperaturas, como son la rápida reinfestación y la fitotoxicidad debido a la liberación de productos tóxicos como el manganeso (Katan 1981).

Los objetivos de esta investigación fueron determinar los efectos de diferentes métodos de desinfestación del suelo sobre la emergencia, el crecimiento inicial y la calidad de las plántulas de espárrago al momento del transplante, así como la relación costo-beneficio para cada uno de estos métodos.

#### **MATERIALES Y METODOS**

El experimento se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, ubicada en el Barrio San José

de Alajuela. El trabajo de campo comprendió un periodo de 156 días desde el 10 de mayo hasta el 15 de octubre de 1990. Las características químicas y el nombre textual del suelo en que se realizó el experimento se presentan en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se presentan los datos del clima de la estación experimental durante el periodo experimental. Los nueve métodos de desinfestación que se aplicaron al suelo constituyeron los tratamientos a saber: Basamid, Vapam combate integrado, solarización con 7 días de cobertura del suelo, solarización con 14 días de cobertura del suelo, solarización con 21 días de cobertura del suelo, bromuro de metilo con 24 horas de cobertura de la carpa al suelo, bromuro de metilo con 48 horas de cobertura de la carpa al suelo y testigo.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. El experimento constó de 45 unidades experimentales separadas entre sí por 0,50m y 1,50m entre bloques; las camas laterales fueron separadas 1 m de los bloques para un área total de 420m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental consistió de 3m de largo y 1,10m de ancho, mientras que la parcela útil fue de 2m de largo y 0,80m de ancho para un área de 1,60m<sup>2</sup>.

La preparación del terreno y el manejo del almácigo se realizaron según las prácticas

**Cuadro 1.** Características químicas y textura del suelo donde se realizó el experimento. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Característica	Valor
Materia orgánica (%)	6,8
pH (en agua)	6,1
P (mg/l)	2,5
Ca (Cmol/l)	3,9
Mg (Cmol/l)	1,3
K (Cmol/l)	0,2
Ac. Int. (Cmol/l)	0,3
Fe (mg/l)	84,0
Cu (mg/l)	15,0
Zn (mg/l)	2,0
Mn (mg/l)	31,0
Nombre textual	franco

**Cuadro 2.** Valores promedios mensuales para el brillo solar, la temperatura, la precipitación y la humedad relativa durante los meses en que se llevó a cabo el experimento. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Mes	Brillo solar	Temperatura (°C)			Precipita- ción (mm)	Humedad relativa (%)
		Máxima	Mínima	Promedio		
Febrero	9,6	29,1	17,5	22,2	22,8	70
Marzo	9,6	30,1	18,7	23,3	14,7	65
Abril	8,5	31,2	19,2	23,9	71,0	72
Mayo	5,8	28,8	19,2	23,0	145,7	80
Junio	4,5	28,2	19,2	22,5	246,3	84
Julio	5,2	27,9	18,4	21,8	257,1	83
Agosto	4,5	28,0	18,0	21,5	148,3	84
Setiembre	5,6	27,7	17,5	21,4	290,2	87
Octubre	5,9	27,7	17,3	21,2	386,3	88

recomendadas para una siembra comercial. El terreno se preparó con un pase profundo de arado y uno de rastra para dejarlo suelto mullido. Luego

se formaron las camas de 1,10m de ancho y 0,15m de altura, y se aplicaron los tratamientos correspondientes a cada unidad experimental. En las parcelas

de Vapam y Basamid se espolvoreó sobre toda el área a tratar la siembra. El Basamid se espolvoreó sobre toda el área a tratar a razón de 40 g/m<sup>2</sup> y luego se incorporó. El Vapam se aplicó con regadera en una dosis de 100 ml/m<sup>2</sup> diluidos en 3 litros de agua. En ambos casos el suelo se humedeció previo al tratamiento y se mantuvo húmedo durante todo el periodo. Además, 14 días después de la aplicación, se removió el suelo para favorecer la salida de los residuos gaseosos.

En las parcelas de solarización se utilizó polietileno transparente de 3 milésimas de espesor, protegido contra la luz ultravioleta. Las láminas de polietileno se colocaron en el suelo previamente humedecido con el cuidado de afirmarlas correctamente en todos los extremos para lograr un buen contacto entre ellas y el suelo. Según el tiempo de cobertura de cada tratamiento, el polietileno se colocó 1, 2 ó 3 semanas antes de la siembra para los tratamientos de 7, 14 y 21 días de solarización, respectivamente. En estas parcelas y en las de tratamiento testigo se midió la temperatura del suelo a los 5, 10 y 15 cm de profundidad cada 3 días, dos veces al día (6 a.m. y 2 p.m.), durante el periodo de tratamiento. Para realizar estas mediciones se utilizó un termómetro de termocoples portátil del tipo "T" con un sensor de

tipo propósito general (marca "Hauri & Henao"). En el Cuadro 3 se muestran los resultados de estas mediciones.

Los tratamientos de bromuro de metilo de 24 y 48 horas se aplicaron 2 y 3 días antes de la siembra respectivamente, con el propósito de dejar la carpa sobre la era el tiempo requerido y posteriormente removerla, para lograr una buena aireación del suelo durante las 24 horas anteriores a la siembra. Para aplicar el producto se colocó una carpa de polietileno grueso sobre envases plásticos previamente dispuestos en la cama, con el fin de dejar un espacio entre el suelo y la carpa para facilitar la salida de gases tóxicos. Finalmente, la aplicación se hizo utilizando un aplicador casero y una lata de 1,5 lbs de bromuro de metilo de la marca Bromagás.

El tratamiento de combate integrado se aplicó el día de la siembra. El insecticida Difonate 5 G (fonofos) se incorporó al fondo del surco junto al fertilizante en una dosis de 35 kg/ha, mientras que la mezcla de los fungicidas Vitavax 300 (carboxin + captan) y Orthocide (captan) se aplicó en una solución sobre la semilla una vez que esta había sido colocada en el surco de siembra, a razón de 3 g de cada producto por litro de agua.

Una vez finalizados los tratamientos se procedió a la

**Cuadro 3.** Valores promedio obtenidos al medir la temperatura del suelo (°C) con plástico y sin él, a tres profundidades diferentes, tanto en la mañana (6 a.m.) como en la tarde (2 p.m). Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Evaluación	Testigo			Solarización 21 días			Solarización 14 días			Solarización 7 días		
	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm	5cm	10cm	15cm
mayo 14, 1990. Mañana	22,84	23,6	25,2	26,14	27,56	29,32						
mayo 17, 1990. Mañana	23,66	23,54	24,24	27,64	27,9	28,66						
mayo 17, 1990. Tarde	34,58	28,48	25,56	48,8	39,32	33,46						
mayo 21, 1990. Mañana	24,82	25,5	26,54	28,92	30,4	31,58	27,86	28,88	30,16			
mayo 21, 1990. Tarde	30,56	28,06	26,66	42,86	36,28	32,42	41,52	34,74	31			
mayo 24, 1990. Mañana	23,72	23,84	24,54	27,22	28,28	29,56	26,5	27,2	28,42			
mayo 24, 1990. Tarde	32,1	28,24	26,44	43,9	36,2	36,16	41,32	35,02	30,88			
mayo 28, 1990. Mañana	22,9	23,54	24,62	26,8	28,64	29,88	25,96	27,86	29,34	25,06	26,64	27,88
mayo 28, 1990. Tarde	33,42	29,54	27,22	47,14	39,7	34,02	45,98	38,74	32,6	45,62	37,66	31,5
mayo 29, 1990. Mañana	24,44	24,62	25,52	27,84	30,28	31,88	27,42	29,66	31,16	27,44	28,94	30,16
mayo 29, 1990. Tarde	31,18	28,16	26,06	41,78	36,6	33,62	41,32	36,08	32,94	40,48	34,86	31,88

siembra para lo cual se hicieron surcos transversales de 4 a 5cm de profundidad cada 15cm en las eras para un total de 20 surcos por unidad experimental. En los surcos se aplicó el fertilizante 10-30-10 a razón de 150 g/m<sup>2</sup>; luego se tapó y se colocó la semilla a una profundidad de 1,5 a 2 cm y espaciadas 10 cm entre ellas, colocándose 2 semillas por sitio de siembra. Se utilizó semilla del cultivar UC-157 F2 producida por la casa Ferry Morse de los Estados Unidos. Después de realizar la evaluación de las plántulas emergidas se raleó todo el almacigo para dejar una planta por punto de siembra. Además durante el desarrollo del experimento se realizaron deshierbas manuales una vez al mes en todas las parcelas registrándose el tiempo que se duró en esta labor con el fin de calcular los costos de producción para cada tratamiento.

Las variables evaluadas durante el desarrollo del experimento fueron:

1. Número de plantas de espárrago emergidas a los 30 días después de la siembra;
2. Número de malezas, por tipo (poáceas, ciperáceas y de hoja ancha), a los 30 y 45 días después de la siembra; y peso seco de las malezas, por tipo, y de las plantas de espárrago a los 45 días después de la siembra. Se utilizó un marco de madera de 625 cm<sup>2</sup> (25x25 cm) que se colocó al azar en el borde de la parcela útil. Después del segundo recuento, se cortó la parte área de las plantas dentro del cuadro y se clasificaron en malezas de hoja ancha, poáceas, ciperáceas y plantas de espárrago. Posteriormente se colocaron en el horno durante 72 horas para que se secaran y luego se les determinó su peso.



3. Número y diámetro promedio (mm) de tallos por planta a los 75, 105 y 135 días después de la siembra;
4. Diámetro de la corona (mm), número de yemas basales, número y peso seco (g) de raíces reservantes, a los 135 días después de la siembra.

Durante el desarrollo del experimento se llevó un registro de los costos de producción para cada uno de los tratamientos aplicados y al finalizar el trabajo de campo, se determinó el ingreso que cada uno generaría al vender las plantas producidas a un precio que fluctuó entre 7 y 15 colones, según su sanidad y vigor. Las plantas producidas en cada tratamiento se calcularon según el porcentaje de emergencia de cada uno, ya que no hubo pérdidas de plantas durante el desarrollo posterior del experimento. Con los datos del costo variable y el ingreso bruto se realizó un análisis económico en el que se calculó el margen bruto y la relación costo-beneficio para cada uno de los tratamientos evaluados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### A. Combate de malezas.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados para el número de malezas de hoja ancha,

poáceas y ciperáceas que había en la parcela a los 30 y 45 días después de la siembra. Los datos de poáceas y ciperáceas son promedios de las dos evaluaciones ya que según el análisis de variancia no se presentó efecto significativo para la interacción tratamiento por momento de evaluación en estos tipos de malezas. En el caso de las ciperáceas, no existió tampoco diferencias entre tratamientos; sin embargo, los datos se colocaron en el cuadro con el fin de mostrar las diferencias respecto a los otros tipos de malezas.

Al analizar los resultados se puede observar que existió un fuerte predominio de malezas de hoja ancha sobre poáceas y ciperáceas en las dos evaluaciones realizadas. En lo que se refiere a malezas de hoja ancha a los 30 días, no hubo control con el método integral y la solarización por 7 días; los cuales, no mostraron diferencia con relación al testigo. Los tratamientos de bromuro de metilo por 24 y 48 horas fueron los más eficientes. En la evaluación a los 45 días para este tipo de maleza se observó un incremento en el número de plantas con relación a la primera para todos los tratamientos, excepto el de bromuro de metilo 24 horas. Al igual que a los 30 días los tratamientos de bromuro de metilo fueron los más eficientes.



**Cuadro 4.** Número promedio de malezas de hoja ancha a los 30 y 45 días después de la siembra y número promedio de gramíneas y ciperáceas en las dos evaluaciones para cada uno de los tratamientos evaluados. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	Malezas de hoja ancha		Poáceas	Ciperáceas
	30 dds <sup>1</sup>	45 dds		
Testigo	25,8 A <sup>2</sup>	36,0 AB	7,9 A	2,9 A
Combate integrado	20,4 AB	37,4 A	6,6 AB	3,0 A
Solarización 7 días	18,8 AB	24,6 C	3,3 B	1,8 A
Solarización 14 días	13,2 BC	21,8 C	3,9 AB	1,8 A
Solarización 21 días	10,8 CD	24,8 C	4,1 AB	1,7 A
Basamid	10,4 CD	26,6 BC	3,8 AB	1,7 A
Vapam	6,8 D	10,2 D	3,3 B	2,2 A
B. <sup>3</sup> de metilo 24 horas	0,4 E	0,8 E	0,2 C	1,0 A
B. de metilo 48 horas	0,2 E	0,0 E	0,1 C	0,0 A

<sup>1</sup> Días después de la siembra.

<sup>2</sup> Promedios con igual letra en una misma columna no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

<sup>3</sup> Bromuro

Es importante observar que a los 45 días, la diferencia en el número de malezas del testigo y del tratamiento de solarización 7 días, fue significativa mientras que no lo fue entre el testigo y el Basamid. Este comportamiento fue inverso al observado a los 30 días e indica que el efecto del tratamiento de solarización muestra cierta persistencia luego de 30 días, mientras que le Basamid reduce su efecto herbicida con el tiempo. En el caso de las poáceas los tratamientos de bromuro de metilo también mostraron el mejor combate.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados para el peso seco de las malezas y las plân-

tulas de espárrago. Con respecto al peso seco de las malezas, los únicos tratamientos significativamente diferentes son los de bromuro de metilo que mostraron el mejor control de malezas con 0 y 0,45 g de peso seco de malezas de hoja ancha para las parcelas de 24 y 48 horas, respectivamente, con respecto a los tratamientos de Basamid y solarización 14 días, en los cuales se presentó la más alta incidencia de este tipo de maleza con 36,88 y 51,48 gramos respectivamente. En el caso de las poáceas se observa que solamente los tratamientos de bromuro de metilo 24 y 48 horas con 0,03 y 0 g de peso seco, respectivamente, mostraron ser mejores que el testigo.

**Cuadro 5.** Peso seco promedio de las malezas y peso seco promedio total del espárrago para cada tratamiento a los 45 días después de la siembra. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	Peso Seco Promedio (g)					Plántula espárrago	
	Hoja ancha	Malezas poáceas	Ciperáceas	Total			
Testigo	27,68 AB <sup>1</sup>	9,99 B	0,20 A	37,86 AB		0,25	CD
Combate integrado	25,08 AB	24,79 A	0,09 A	49,96 AB		0,28	CD
Basamid	36,88 A	3,38 BC	0,06 A	40,33 AB		0,43	CD
Vapam	28,41 AB	2,04 BC	0,96 A	31,42 ABC		0,82	C
Solarización 14 días	51,48 A	1,84 BC	0,07 A	53,40 A		0,63	CD
Solarización 21 días	23,78 AB	6,37 BC	0,39 A	30,54 ABC		0,35	CD
Solarización 7 días	21,34 AB	1,04 BC	0,25 A	22,64 BCD		0,16	D
B. <sup>2</sup> de metilo 48 horas	0,45 B	0,00 C	2,54 A	3,00 CD		1,55	B
B. de metilo 24 horas	0,00 B	0,03 C	0,00 A	0,03 D		2,58	A

<sup>1</sup> Promedios con igual letra en una misma columna no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

<sup>2</sup> Bromuro.

Para la variable peso seco total de malezas, el mejor combate lo ejerció el tratamiento de bromuro de metilo 24 horas, ya que el peso total de sus malezas fue solamente 0,03 g; sin embargo, éste no fue diferente del que mostraron los tratamientos de bromuro de metilo 48 horas y de solarización 7 días. Es importante recalcar que el bromuro de metilo a diferencia de otros productos desinfectantes del suelo, controló las malezas hasta los 45 días después de la siembra, e incluso mucho tiempo después. Es posible que esto se deba a que el bromuro de metilo ejerce su acción biocida tanto sobre la plántula como sobre la semilla sin germinar, mientras que

otros desinfectantes químicos, como el Vapam, sólo eliminan la maleza cuando la semilla ha germinado (Hernández 1990).

Los resultados para el peso seco de la parte aérea de las plantas de espárrago también se presentan en el Cuadro 5. El tratamiento de bromuro de metilo 24 horas, presentó el mayor peso seco con 2,58 g seguido del otro tratamiento de bromuro de metilo, el cual tuvo un peso seco de 1,55 g, que también fue significativamente mayor al resto. En el experimento no se observó ningún efecto estimulante en el desarrollo de la planta causado por la solarización como se ha informado en otros casos (Chen y Katan 1980; Stapleton y De

Vay 1982), posiblemente debido al lento proceso de crecimiento inicial del espárrago.

## B. Desarrollo de la planta

### B.1. Emergencia de las plantas.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de esta evaluación. El mayor número de plantas emergidas se presentó en el tratamiento bromuro de metilo 24 horas con un porcentaje de emergencia mayor al 90%.

La diferencia que se presentó entre los tratamientos de bromuro de metilo podría atribuirse a una posible fitotoxicidad en el caso del tratamiento de 48 horas. Al ampliarse el periodo de aplicación del bromuro de metilo el producto

se difundió y se absorbió en el suelo; mientras que, en el tratamiento de 24 horas el tiempo no fue suficiente para que este proceso ocurriera y al remover la carpa los residuos se liberaron fácilmente. El bromuro es retenido físicamente en el suelo en espacios aé-reos formados por partículas finas de arcilla al bloquear los poros del suelo; además en su forma gaseosa puede adherirse a los radicales orgánicos. Cuando el gas se disuelve en la solución del suelo y se liberan los iones bromuro, éstos también son retenidos ya sea en el agua embebida por las partículas orgánicas o bien directamente unidos a la materia orgánica.

Un comportamiento similar se observó en el caso de la eva-

**Cuadro 6.** Número promedio de plantas emergidas y porcentaje de emergencia para cada tratamiento a los 30 días después de la siembra. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	N° de plantas	Emergencia (%) <sup>1</sup>
B. <sup>2</sup> de metilo 24 hrs.	231 A <sup>3</sup>	91,75
B. de metilo 48 hrs.	192 B	76,19
Combate integrado	187 B	74,28
Vapam	173 B	68,73
Solarización 21 días	168 BC	66,66
Basamid	163 BC	64,76
Solarización 14 días	162 BC	64,13
Solarización 7 días	161 BC	64,05
Testigo	142 C	56,43

<sup>1</sup> Máxima emergencia posible: 252 plantas.

<sup>2</sup> Bromuro

<sup>3</sup> Promedios con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

luación del peso seco del espárrago a los 45 días después de la siembra, donde éste fue significativamente mayor para el tratamiento de bromuro de metilo 24 horas que para el de 48 horas.

#### **B.2. Número de tallos por corona a los 75, 105 y 135 días después de la siembra.**

En el Cuadro 7 se presentan los valores promedio del número de tallos para cada tratamiento. Debido a que el análisis de variancia indicó que la interacción entre el momento de evaluación y los tratamientos no fue significativa, pero sí hubo diferencia entre los tratamientos.

En general se puede observar que todos los tratamientos presentaron un número similar de tallos por corona. Los tratamientos de bromuro de metilo mostraron el menor número de tallos por corona con los mayores índices de vigor. Esta relación inversa entre el número de tallos y el vigor de la planta, posiblemente se debió a un fenómeno de dominancia apical de los tallos hacia las yemas en la corona en este cultivo.<sup>4</sup>

#### **B.3 Diámetro promedio de los tallos a los 75, 105 y 135 días después de la siembra.**

Se observó un efecto significativo para la interacción tratamiento por momento de evaluación (Cuadro 8).

En las dos primeras evaluaciones a los 75 y 105 días, los mayores diámetros promedios de tallos correspondieron al tratamiento de bromuro de metilo por 48 horas. El reso de los tratamientos presentó un comportamiento similar. La última evaluación se realizó a los 135 días y fue la más importante porque mostró las condiciones de las plantas al momento del transplante. Los tratamientos de bromuro de metilo de 24 y 48 horas mostraron los mayores diámetros de tallos, a saber 3,59 y 3,44 mm, respectivamente. Las plantas del tratamiento testigo por su parte, presentaron los tallos más delgados, lo que refleja el poco vigor de esas plantas. Esta observación es importante porque indica que todos los tratamientos ejercieron un efecto positivo en cuanto al grosor de los tallos al momento del transplante con respecto al testigo.

#### **B.4. Diámetro de la corona y número de yemas por corona.**

En el Cuadro 9 se presentan los resultados para estas dos variables, que son importantes como indicadores del vigor y la calidad de las plantas al momento del transplante, ya que

---

<sup>4</sup> GUEVARA, E. 1991. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal

**Cuadro 7.** Número promedio de tallos por corona de espárrago a los 75, 105 y 135 días después de la siembra para cada tratamiento. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	75 dds <sup>1</sup>	105 dds	135 dds	Promedio
Vapam	6,06	6,50	8,97	7,18 A <sup>2</sup>
Combate integrado	5,53	7,50	8,03	7,02 AB
Basamid	5,43	7,50	8,33	7,01 AB
Solarización 14 días	6,10	6,50	8,20	6,93 AB
Solarización 7 días	5,77	6,53	8,37	6,89 AB
Solarización 21 día	5,23	7,07	8,27	6,86 AB
Testigo	4,20	6,33	8,66	6,40 BC
B. <sup>3</sup> de metilo 24 horas	5,43	6,60	6,78	6,27 BC
B. de metilo 48 horas	4,17	6,03	7,77	5,99 C

<sup>1</sup> Días después de la siembra.

<sup>2</sup> Promedios con igual letra no difieren según prueba de Duncan al 5%.

<sup>3</sup> Bromuro.

**Cuadro 8.** Diámetro promedio de los tallos de la planta de espárrago a los 75, 105 y 135 días después de la siembra para cada tratamiento. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	Diámetro promedio (mm)		
	75 dds <sup>1</sup>	105 dds	135 dds
B. <sup>2</sup> de metilo 24 hrs.	1,73 A <sup>3</sup>	2,28 A	3,59 A
B. de metilo 48 hrs.	1,40 AB	2,00 AB	3,44 A
Solarización 7 días	1,20 B	1,63 BC	2,64 B
Solarización 14 días	1,12 B	1,77 BC	2,54 BC
Solarización 21 días	1,15 B	1,57 BC	2,38 BC
Combate integrado	1,12 B	1,75 BC	2,56 BC
Basamid	1,07 B	1,61 BC	2,40 BC
Vapam	1,14 B	1,47 CD	2,19 C
Testigo	1,01 B	1,09 D	1,77 D

<sup>1</sup> Días después de la siembra.

<sup>2</sup> Bromuro

<sup>3</sup> Promedios con igual letra en una misma columna no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

**Cuadro 9.** Diámetro de la corona y número promedio de yemas por corona en las plantas de espárrago para cada tratamiento a los 135 días después de la siembra. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	Diámetro de corona (mm)	N° de yemas
B. <sup>1</sup> de metilo 24 h.	32,25 A <sup>2</sup>	8,78 A
B. de metilo 48 h.	28,01 B	7,98 AB
Solarización 14 días	21,65 C	6,96 BC
Vapam	20,67 C	6,78 BC
Solarización 21 días	20,39 CD	6,72 BC
Solarización 7 días	20,06 CD	6,34 CD
Combate integrado	19,73 CD	6,30 CD
Basamid	17,46 CD	6,10 CD
Testigo	16,01 D	5,20 D

<sup>1</sup> Bromuro

<sup>2</sup> Promedios con igual letra en una misma columna no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

dan una idea clara de su capacidad para producir nuevos tallos y reiniciar su desarrollo una vez transplantadas. Tanto para el diámetro de corona como para el número de yemas, los valores mayores correspondieron a los tratamientos de bromuro de metilo. Este comportamiento muestra que existe alguna relación entre estas dos variables, ya que generalmente aquella corona cuyo diámetro sea mayor, tendrá un número mayor de yemas por brotar. Dos aspectos importantes pueden explicar esta relación: en primer lugar el hecho de que ambas variables representen directamente el vigor de la planta puede explicar por sí solo esta relación, ya que las plantas vigorosas tienen coronas de buen diámetro, y capacidad y superficie

para producir muchas yemas. Además, en las plantas vigorosas con coronas de buen diámetro es posible que se presente el fenómeno de dominancia apical de los tallos sobre las yemas en la corona, con lo que se regula su brotación y existiendo una gran cantidad de yemas latentes; mientras que, en las plantas de pobre desarrollo las coronas son de menor diámetro y las yemas que se forman brotan rápidamente.

#### **B.5. Número y peso de las raíces reservantes.**

En el Cuadro 10 se presentan los resultados para estas dos variables. En lo referente al número de raíces reservantes por planta, se observó que éste fue muy similar para los di-

**Cuadro 10.** Número y peso seco de las raíces reservantes de las plantas de espárrago para cada tratamiento a los 135 días después de la siembra. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.

Tratamiento	N° de raíces	Peso seco de raíces (g)
B. <sup>1</sup> de metilo 48 h	46,08 A <sup>2</sup>	3,89 A
B. de metilo 24 h	41,12 AB	4,25 A
Basamid	44,96 A	3,70 A
Combate integrado	42,80 AB	2,91 AB
Solarización 7 días	40,92 AB	3,36 AB
Solarización 14 días	39,44 ABC	3,17 AB
Solarización 21 días	35,36 BC	3,12 AB
Vapam	39,08 ABC	2,84 AB
Testigo	31,72 C	2,14 B

<sup>1</sup> Bromuro

<sup>2</sup> Promedios con igual letra en una misma columna no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

ferentes tratamientos. El tratamiento de bromuro de metilo 48 horas presentó el mayor número de raíces reservantes con 46,08 raíces. Sin embargo, solamente fue diferente del tratamiento de solarización 21 días y del testigo, el cual tuvo el menor número promedio de raíces por corona con solamente 31,72 raíces.

En cuanto al peso seco de las raíces reservantes, los resultados también fueron muy similares entre tratamientos. El tratamiento de bromuro de metilo 24 horas tuvo el mayor peso seco de raíces con 4,25 g y solamente este tratamiento, el de bromuro de metilo 48 horas y el de Basamid, fueron diferentes al testigo que tuvo el menor peso seco de raíces con solamente 2,14 g.

Al comparar el resultado para ambas variables se observa que el tratamiento de bromuro de metilo 24 horas, a pesar de que no obtuvo el mayor número de raíces por corona, sí obtuvo el mayor peso seco de éstas, lo que indica que sus coronas poseen las raíces de mayor tamaño y grosor por lo que son de mayor calidad.

Considerando todas las variables evaluadas, se puede decir que los tratamientos de bromuro de metilo, en especial el de 24 horas, produjeron las plantas de transplante de mayor vigor. Estas plantas fueron de muy buen desarrollo, con índices altos para todas las variables evaluadas. La buena calidad de las plantas producidas se puede atribuir principalmente al excelente con-



trol de malezas que ejerció el bromuro de metilo. Estos dos tratamientos no presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas después de los 75 días, con excepción del diámetro promedio de la corona, por lo que se puede decir que el periodo de duración del tratamiento no influyó en la calidad final y el vigor de las plantas producidas. Sin embargo, la emergencia de las plántulas de espárrago (Cuadro 3) y el peso seco de éstas a los 45 días (Cuadro 2), fue significativamente mayor en el tratamiento de bromuro de metilo 24 horas que en el de 48 horas.

Los tratamientos de solarización, el Vapam, el Basamid y el combate integrado tuvieron un comportamiento similar entre ellos, e intermedio entre los tratamientos de bromuro de metilo y el testigo absoluto para las diferentes variables de crecimiento evaluadas. Todos estos tratamientos brindaron a la planta mejores condiciones de desarrollo que el testigo; las plántulas producidas bajo esos tratamientos cumplieron con los requisitos de calidad para almácigos de espárrago al momento del transplante.

Los tratamientos de solarización fueron en la mayoría de los casos, significativamente mejores al testigo, lo que confirma que esta práctica ejerce cierto control de patógenos y

malezas. Por otro lado, el hecho de que estos tratamientos hayan generado resultados similares a los que se obtuvieron con los productos de uso tradicional como Basamid y Vapam indica que su uso es perfectamente posible como desinfectante del suelo en sustitución de los productos químicos tradicionales.

Los tres tratamientos de solarización 7, 14 y 21 días no fueron significativamente diferentes entre sí para ninguna de las variables. Esto indica que el periodo de duración del tratamiento no influyó directamente en los resultados obtenidos. Sin embargo, según otros trabajos realizados en diferentes lugares, se ha determinado que el periodo de duración del tratamiento es importante para lograr que la energía solar penetre más profundo en el suelo y su temperatura se incremente no sólo en las capas superficiales sino también a mayor profundidad (Katan 1981; Liakatas et al. 1986). En el experimento no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de solarización, posiblemente debido a que las temperaturas alcanzadas en el suelo (Cuadro 3) para cualquiera de los tratamientos pueden haber generado un efecto similar en cuanto al combate de malezas. Además los contrastes de temperatura, es decir, la diferencia entre la temperatura máxima y mínima del día, no

fue muy marcada, lo que afectó el efecto de pasteurización que pudo haber generado cada uno de los tratamientos. Finalmente es importante anotar que al no presentarse ataques importantes de patógenos del suelo en el experimento, no fue posible cuantificar las diferencias en el control de patógenos ejercido por los tratamientos de solarización.

### C. Análisis económico

En el Cuadro 11 se presenta el resumen del análisis económico que se realizó para cada uno de los tratamientos del experimento. Se observa que los tratamientos de bromuro de metilo presentan el mayor margen bruto, lo que se debió principalmente a dos factores: el ingreso fue muy alto debido a

la excelente calidad de las plantas producidas y el costo variable fue bajo, porque el costo de las deshierbas manuales se redujo considerablemente debido al buen control de malezas que hizo el producto.

Los tratamientos de solarización, el Vapam, el Basamid y el combate integrado tienen un margen bruto similar entre ellos. Esto indica que desde el punto de vista económico, es indiferente utilizar cualquiera de estos tratamientos, ya que pueden generar ganancias similares.

El costo variable de los tratamientos de bromuro fue muy bajo. El resto de los tratamientos presentaron un costo variable similar debido a que tanto los costos de aplicación del método de de-

**Cuadro 11.** Análisis económico de los tratamientos evaluados en el ensayo de desinfestantes de suelo para almácigos de espárrago. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica. 1990.<sup>1</sup>

Tratamiento	Margen Bruto (¢)	Costo Variable (¢)	Relación Costo/Beneficio
B. <sup>2</sup> de metilo 24 h	278577	120543	2,31
B. de metilo 48 h	210483	120942	1,74
Combate integrado	127288	131205	0,97
Vapam	109036	130148	0,84
Basamid	96925	128431	0,75
Solarización 21 días	94922	137050	0,69
Solarización 7 días	88026	134862	0,65
Solarización 14 días	84871	138305	0,61
Testigo	-1953	116508	-0,02

<sup>1</sup> Todos los datos están referidos a un área de almácigo de 1000 m<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Bromuro

sinfestación como los de las deshieras fueron parecidos. Sin embargo, para los tres tratamientos de solarización es importante aclarar que el plástico utilizado es protegido contra la luz ultravioleta para evitar su resquebrajamiento, por lo que si éste se maneja con mucho cuidado y se lava y guarda una vez removido del suelo, es posible reutilizarlo en almácigos posteriores, lo que disminuiría los costos variables al distribuir el valor del plástico entre los costos variables de los diferentes almácigos en que se utiliza. En lo que se refiere a la relación costo-beneficio, es alta para el tratamiento bromuro de metilo 24 horas, ya que por cada colón invertido se obtienen aproximadamente 2,31 colones para cubrir los costos. El tratamiento testigo tiene una relación costo-beneficio de 0,02 la cual es la más baja de todas e indica que podría ser que ni siquiera se cubran los costos variables si se establece un almácigo sin haber realizado antes algún tipo de práctica de desinfestación del suelo.

#### LITERATURA CITADA

- CHEN, Y.; KATAN, J. 1980. Effect of solar heating of soil by transparent polyethylene mulching in their chemical properties. *Soil Science* 130: 271-277.
- HERNANDEZ, J. 1980. Desinfestantes de suelo y preparación de almácigos. Alajuela, Costa Rica, Programa Cooperativo de Investigación en Hortalizas MAG-UCR. 6 p.
- \_\_\_\_\_. 1990. Olericultura. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia (UNED). 339 p.
- JIMENEZ, G.; FERNANDEZ, F. 1982. Manual técnico para el uso y manejo de agroquímicos. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos. 182 p.
- KATAN, J. 1980. Solar pasteurization of soil for disease control, status and prospects. *Plant Disease* 64: 450-454.
- \_\_\_\_\_. 1981. Solar heating (solarization) of soil for disease control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology* 19:211-236.
- \_\_\_\_\_; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology* 66: 683-688.
- LIAKATAS, A.; CLARK, J.; MONTEITH, J. 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiation balance and soil heat flux. *Agricultural and Forestry Meteorology* 36: 227-239.
- MUNNECKE, D.; BRICKER, J.; KOLBEZEN, M. 1978. Comparative toxicity of gaseous methyl bromide to ten soilborne phytopathogenic fungi. *Phytopathology* 68: 121-1216.
- NOBOA, J.; MOREIRA, M. 1990. Técnicas para el cultivo de espárrago. San José, Costa Rica, Programa de Espárrago, Convenio Universidad de Costa Rica-Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria-CINDE/División Agrícola. 44 p.
- STAPLETON, J.; DE VAY, J. 1982. Effect of soil solarization on populations of selected soilborne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. *Phytopathology* 72: 323-326.